

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

Sveučilišni studij

**ANALIZA VLADANJA REGULATORA NAPONA I
UZBUDE S PRIMJENOM NA VIŠE SINKRONIH
GENERATORA RAZLIČITE SNAGE I IZVEDBE**

Diplomski rad

Alen Trošelj

Osijek, 2015.

Zahvaljujem Doc.dr.sc. Predragu Mariću na savjetima
i pomoći oko izrade Diplomskog rada.

Zahvaljujem mag.ing. Robertu Brandaliku
na suradnji prilikom izrade ovog rada.

Posebnu zahvalu dugujem svojoj obitelji i zaručnici
na razumijevanju prilikom izrade ovog rada.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. MODEL SINKRONOG GENERATORA	2
2.1. Simulacijski model sinkronog generatora	3
2.1.1. Sustav jednačbi koje opisuju simulacijski model sinkronog generatora	3
2.1.2. Generator spojen na mrežu krutog napona	9
2.1.3. Model sinkronog generator u Matlab-u (2220 MVA)	13
2.2. Analiza simulacijskih odziva u Matlab-u i DigSilentu	14
2.2.1. Vrijednost napona krute mreže 0.95 p.u.	14
2.2.2. Vrijednost napona krute mreže 1 p.u.	21
3. MODEL REGULATORA SINKRONOG GENERATORA	29
3.1. Regulator napona i uzbude sinkronog generatora	31
3.2. Simulacijski model regulatora napona i uzbude sinkronog generatora	32
3.2.1. Simulacijski model VCO-a u programskom paketu Matlab-Simulink	33
3.2.2. Simulacijski model VCO-a sinkronog generator u DigSilentu	34
4. SINTEZA REGULATORA	35
4.1. Sinteza regulatora modeliranog generatora (2220 MVA)	36
4.1.1. Određivanje svojstvenih vrijednosti i prijenosne funkcije generatora	36
4.1.2. Polovi prijenosne funkcije modela sinkronog generatora	38
4.1.3. Sinteza regulatora pomoću tehničkog optimuma	39
4.1.4. Parametriranje pojačanja regulatora (Kr)	43
4.2. Sinteza regulatora drugog tipa generatora (950 MVA)	53
4.2.1. Određivanje svojstvenih vrijednosti i prijenosne funkcije generatora	53
4.2.2. Polovi prijenosne funkcije modela sinkronog generatora	54
4.2.3. Sinteza pomoću tehničkog optimuma	55
4.2.4. Parametriranje pojačanja regulatora (Kr)	56
5. UTJECAJ VLADANJA PROJEKTIRANOG REGULATORA	61
5.1. Utjecaj vladanja projektiranog regulatora (za generator 2220 MVA)	61
5.1.1. Utjecaj lokacije nastanka kratkog spoja na regulaciju napona	61
5.1.2. Utjecaj kratkog spoja na sabirnici 500 kV bližoj generatoru	64
5.1.3. Utjecaj APU-a s regulatorom	67
5.2. Utjecaj vladanja projektiranog regulatora (za generator 950 MVA)	71
5.2.1. Utjecaj kratkog spoja na sredini jednog od voda na regulaciju napona	72
6. ZAKLJUČAK	75
LITERATURA	78
PRILOG	79
SAŽETAK	105
ABSTRACT	106
ŽIVOTOPIS	107

SAŽETAK

Ključne riječi: stabilnost elektroenergetskog sustava, regulator napona i uzbude, sinkroni generator, DigSilent PowerFactory, Matlab Simulink

Ovaj rad daje kratak osvrt vladanja regulatora napona i uzbude sinkronog generatora spojenog na elektroenergetski sustav.

Nakon kratkog uvoda u kojemu su predstavljene osnovne konstrukcijske razlike sinkronih generatora, slijedi prikaz matematičkog modela sinkronog generatora u programskom paketu *Matlab*, na temelju jednadžbi koje ga opisuju u programskom paketu *DigSilent*. Upravo zbog dobre kompatibilnosti dva navedena programska paketa, te njihove primjene u području razmatranja stabilnosti elektroenergetskog sustava i šire, diplomski rad je temeljen na upravo ta dva programska paketa. Drugim poglavljem je izvršena analiza simulacijskih odziva u svrhu provjere ispravnosti modeliranog modela sinkronog generatora u *Matlabu* i modela sinkronog generatora u *DigSilentu*. U trećem poglavlju je izveden model regulatora napona i uzbude sinkronog generatora u programskom paketu *Matlab*, te regulacijski sustav u programskom paketu *DigSilent*. Četvrtim poglavljem na temelju polinoma nazivnika prijenosne funkcije generatora izvršena je sinteza projektiranih regulatora sinkronih generatora. U petom poglavlju je prikazana simulacija utjecaja vladanja projektiranih regulatora na modeliranom generatoru, te utjecaj vladanja projektiranih regulatora na različite snage i izvedbe sinkronih generatora u programskom paketu *DigSilent*.

ABSTRACT

Keywords: power system stability, voltage and excitation controls, synchronous machines, DigSILENT PowerFactory, Matlab Simulink

This paper has provided a brief overview governance of the voltage and excitation controls synchronous machines connected to the power system.

Short introduction presenting the basic design differences synchronous machines was followed by the presentation of a mathematical model synchronous machines in *Matlab* software package, based on the equations that describe it on the software package *DIGSILENT*. Due to good compatibility of the following two software packages and their use considering stability of the power system and beyond, this thesis is based on these two program packages.

The second chapter analyzed the simulation response in order to check correctness of modeled models of synchronous machines in *Matlab* and model synchronous machines in *DIGSILENT*.

Chapter three discussed the derived model voltage and excitation control of synchronous machines in *Matlab* software package, and control system in the *DIGSILENT* software package.

Chapter four discussed the synthesis of designed controller synchronous machine by the denominator polynomial transfer function machine.

Chapter five discussed the simulation of influence of operation of modeled regulators on modeled generators and the impact of operation of designed regulators on different power and performance of synchronous machines in the *DIGSILENT* software package.